

I. DATOS DEL PROGRAMA Y LA ASIGNATURA		
NOMBRE DEL PROGRAMA	MAESTRÍA EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	
NOMBRE DE LA ASIGNATURA	Nutrición Acuícola	
CLAVE	9110	

TIPO DE ASIGNATURA	OBLIGATORIA		OPTATIVA	X
--------------------	-------------	--	----------	---

TIPO DE ASIGNATURA	TEÓRICA		PRÁCTICA		TEÓRICA-PRÁCTICA	X
--------------------	---------	--	----------	--	------------------	---

NÚMERO DE HORAS	66
NÚMERO DE CRÉDITOS*	6
TRIMESTRE EN EL QUE SE IMPARTIRÁ	Tercero
FECHA DE ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN	19/5/2025

*Cada crédito equivale a ocho horas de clases teóricas, 16 horas de clases prácticas o 30 horas de trabajo de investigación.

RESPONSABLE DE LA ASIGNATURA	Dr. Roberto Civera Cerecedo	CLAVE SNI 11712
SUPLENTE DE LA ASIGNATURA	Dr. Alberto Peña Rodríguez	211313
PROFESORES PARTICIPANTES		
Dr. Roberto Civera Cerecedo		
Dr. Alberto Peña Rodríguez		
Dr. Dariel Tovar Ramírez		
Dra. María Concepción Lora Vilchis		
Dr. Vicente Gracia López		
Dr. Juan Carlos Pérez Urbiola		
Dr. Ernesto Goytortúa Bores		
I. A. Sindi Juan Antúnez		
I.BQ. Myriam Lizeth Hernández de Haro		

I. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DEL PROGRAMA DEL CURSO O ASIGNATURA
A) OBJETIVO GENERAL
El estudiante definirá, explicará y aplicará conceptos básicos de alimentación, nutrición y tecnología de alimentos para diseñar y seleccionar las estrategias de alimentación y los alimentos que permitan satisfacer los requerimientos nutricionales de organismos acuáticos, en función del sistema de cultivo



B) DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	
TEMAS Y SUBTEMAS	TIEMPO (Horas)
1. INTRODUCCIÓN (Dr. Roberto Civera).	2
2. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE LA DIGESTIÓN EN ORGANISMOS ACUÁTICOS a. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de crustáceos (Dr. Alberto Peña). b. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de peces (Dr. Dariel Tovar). c. Anatomía y fisiología del aparato digestivo de moluscos (Dra. Lora Vilchis).	9
3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES (Dr. Alberto Peña). a. Nutrición energética y proteica - Requerimientos energéticos, proteicos y en aminoácidos. - Relación Energía/Proteína. - Bioenergética (energía bruta, digerible, metabolizable). - Balance energético en un crustáceo. b. Nutrición Lipídica c. Nutrición Glucídica d. Nutrición Vitamínica. e. Nutrición Mineral.	7
4. ALIMENTOS NATURALES EMPLEADOS EN ACUACULTURA a. Alimentos vivos (Dr. Vicente Gracia). - Fitoplancton. - Zooplancton. - Enriquecimiento de presas vivas. - Alimentación de larvas. b. Alimentos no vivos o inertes (Dr. Juan Carlos Pérez). - Frescos. - Congelados. - Deshidratados. - Cuidados y recomendaciones para mejorar la calidad del alimento.	6
5. INGREDIENTES Y ADITIVOS PARA ALIMENTOS BALANCEADOS (Dr. Ernesto Goytortúa). a. Ingredientes para alimentos. - Fuentes proteicas, glucídicas, lipídicas, vitamínicas y minerales. b. Aditivos para alimentos. - Probióticos, antibióticos, ligantes o aglutinantes, conservadores, estimulantes,	5



pigmentos, enzimas, etc.	
6. FORMULACIÓN, FABRICACIÓN Y MANEJO DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA CRUSTÁCEOS Y PECES	5
a. Formulación de alimentos balanceados (Dr. Ernesto Goytortúa). b. Alimentos balanceados (Dr. Roberto Civera). - Tipos de alimentos y sus características. - Peletizados, extruídos, hojuelas, micropartículas, microaglomerados y microcápsulas. c. Fabricación de alimentos peletizados y extruídos. (Dr. Roberto Civera). d. Manejo y almacenamiento de alimentos balanceados. (Dr. Roberto Civera).	
7. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE INGREDIENTES Y ALIMENTOS (Dr. Roberto Civera).	4
a. Criterios de evaluación: físicos, químicos, biológicos y microbiológicos. b. Evaluación de ingredientes y alimentos completos. - Pruebas de crecimiento. - Pruebas de digestibilidad <i>in vivo</i> e <i>in vitro</i> .	
8. ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN (Dr. Roberto Civera)	4
a. Estrategias de alimentación. b. Técnicas de alimentación e impacto ambiental. - Voleo (manual y mecánico). - Charolas indicadoras y voleo. - Charolas de alimentación.	
SUBTOTAL (clases teóricas)	42
PRÁCTICAS DE LABORATORIO	
1. Determinación de la actividad enzimática digestiva. (Dr. Alberto Peña).	8
2. Análisis Químicos Proximales y de Energía. (I. A. Sindi Juan Antúnez e I.BQ. Myriam Lizeth Hernández de Haro).	8
3. Formulación de alimentos balanceados (Dr. Ernesto Goytortúa).	3
4. Fabricación de alimentos balanceados para organismos acuáticos en laboratorio (Dr. Roberto Civera).	5
SUBTOTAL (prácticas de laboratorio)	24
TOTAL	66



II. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar V., I.S. Racotta, E. Goytortúa, M. Wille, P. Sorgeloos, R. Civera, E. Palacios. 2012. The influence of dietary arachidonic acid on the immune response and performance of Pacific whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at high stocking density. *Aquaculture Nutrition* 18; 258-271. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2011.00892.x
- Álvarez-González, C.A., F.J. Moyano-López, R. Civera-Cerecedo, V. Carrasco-Chávez, J.L. Ortiz-Galindo, S. Dumas. 2008. Development of digestive enzyme activities in larvae of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus*: I. Biochemical analysis. *Fish Physiology and Biochemistry*. 34(4) 373-384. DOI: 10.1007/s10695-007-9197-7
- Álvarez-González, C.A., F.J. Moyano-López, R. Civera-Cerecedo, V. Carrasco-Chávez, J.L. Ortiz-Galindo, H. Nolasco-Soria, D. Tovar-Ramírez and S. Dumas. 2010. Development of digestive enzyme activity in larvae of spotted sand bass *Paralabrax maculatofasciatus* II: Electrophoretic analysis. *Fish Physiology and Biochemistry*. 36(1) 29-37. DOI: 10.1007/s10695-008-9276-4
- AOAC 2005. Official methods of analysis of AOAC International. 18th. ed. W. Horwitz and G. Latimer. Association of Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland, Virginia, USA. 8-24 pp.
- Bador, Regis. 2019. Uso De Charolas De Alimentación Para El Cultivo De Camarón En Sudamérica. *Avances en Nutrición Acuicola*. <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/318>.
- Benetti, D. D., J. A. Matera, O. M. Stevens, J. F. Alarcón, M. W. Feeley, F. J. Rotman, Y. Miremoto, G. Banner-Stevens, J. Fanke, S. Zimmerman, L. Eldridge. 2002. Growth, survival, and feed conversion rates of hatchery-reared mutton snapper *Lutjanus analis* cultured in floating net cages. *J. World Aquacult. Soc.* 33:1-9.
- Benetti, D. D., M. Nakada, Y. Minemoto, W. Hutchinson, S. Shotton, A. Tindale. 2001. Aquaculture of yellowtail amberjacks Carangidae; current status, progress and constraints. *Aquaculture 2001: Book of Abstracts*. Vol. 56. World Aquacult. Soc. Baton Rouge, LA. 143p.
- Benítez-Hernández, A., S. P. L. Jiménez-Bárceñas, E. Y. Sánchez-Gutiérrez, J.C. Pérez-Urbiola, D. Tovar-Ramírez, E. Palacios, and R. Civera-Cerecedo. 2018. Use of marine by-product meals in diets for juvenile longfin yellowtail *Seriola rivoliana*. *Aquaculture Nutrition*, 24(1) 562-570. DOI: 10.1111/anu.12588
- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- Bureau, D.P., Hua, K. 2006. Letter to the editor of aquaculture. *Aquaculture* 252,103-105.
- Campaña-Torres, Alfredo, Martínez-Córdova, Luis, Villarreal-Colmenares, Humberto & Civera-Cerecedo, Roberto. 2008. Carbohydrate and lipid digestibility of animal and vegetal ingredients and diets for the pre-adult redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). *Aquaculture Research* 39, 1115-1121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01980.x>
- Cara, B., F.J., Moyano J.L., Zambonino C., Fauvel. 2007. Trypsin and chymotrypsin as indicators of nutritional status of post-weaned sea bass larvae. *J. Fish Biol.* 70:1798-1808.
- Catacutan, M. R., G. E. Pagador, S. Teshima. 2001. Effects of dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios on growth, survival and body composition of the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal, 1755). *Aquacult. Res.* 32:811-818.
- Ceballos, Barbarito Jaime, Roberto Civera Cerecedo, Humberto Villarreal, José Galindo López y Lourdes Pérez-Jar. 2007. Uso de la harina de *Spirulina platensis* como atrayente en el alimento para el camarón *Litopenaeus schmitti*. *Hidrobiológica* 17(2) 113-117. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972007000200003
- Chen, B. N., J. G. Qin, M. S. Kumar, W. G. Hutchinson, S. M. Clarke. 2006. Ontogenetic development of digestive enzymes in yellowtail kingfish *Seriola lalandi* larvae. *Aquaculture*. 260:264-271.
- Chen, W., Y. Guo, P. Chang. 2012. The effect of taurine on cholesterol metabolism. *Mol. Nutr. Food Res.* 56:681-690
- Cho, C. Y., S. Slinger. 1979. Apparent digestibility measurement in feedstuffs for rainbow trout. In: Halver, J.E., K. Tiews (eds.). *Finfish Nutrition and Technology*, Vol. II. Berlin, Germany. pp. 239-247.
- Civera, R., J. C. Guillaume. 1989. Effect of sodium phytate on growth and tissue mineralization of *Penaeus japonicus* and *Penaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture*. 77:145-156.
- Civera, R. 1994. Crecimiento de juveniles del camarón *Penaeus japonicus* alimentados con diferentes niveles de calcio y fósforo fítico. *Revista Investigaciones Científicas, Área Ciencias del Mar* 2(3): pp. 1-5 (No. Esp. AMAC), UABCS.



- Civera-Cerecedo, R., Alvarez-González, C.A. y Moyano-López, F.J. Nutrición y alimentación de larvas de peces marinos. 2004. pp. 8-94. En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Nieto López, M.G. Villarreal, D., Scholtz, U. y González, M. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 16-19 de 2004. Hermosillo, Sonora, México. Editorial Universidad de Sonora. Sonora, México. Libro electrónico en CD.
- Civera Cerecedo, Roberto Ernesto Goytortúa Bores, Sonia Rocha Meza y Dolores Rondero Astorga. 2008. Metodologías utilizadas en el Laboratorio de Nutrición Acuícola del CIBNOR para medir la digestibilidad *in vivo* de nutrimentos de alimentos e ingredientes en camarón y langosta de agua dulce. pp 122-166. En: L. Elizabeth Cruz Suárez, Humberto Villarreal Colmenares, Mireya Tapia Salazar, Martha G. Nieto López, David A. Villarreal Cavazos y Denis Ricque Marie (eds.). Manual de metodologías de digestibilidad *in vivo* e *in vitro* de ingredientes y alimentos para camarón. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Proyecto II.8: Optimización de alimentos y estrategias de alimentación para una camaronicultura sustentable. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México. ISBN: 978-607-433-020-5. 238p.
- Civera-Cerecedo, Roberto, Carlos A. Álvarez-González, Rubén E. García-Gómez, Víctor Carrasco-Chávez, José L. Ortiz-Galindo, Martín O. Rosales-Velázquez, Tanos Grayeb-Del Álamo, and Francisco J. Moyano-López. 2008. Effect of Micro-particulate Diets on Growth and Survival of Spotted Sand Bass Larvae, *Paralabrax maculatofasciatus*, at Two Early Weaning Times. Journal of the World Aquaculture Society. Vol 39 (1) 22-36. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2007.00132.x>
- Erlanger, B. F., N. Kokowsky, W. Cohen. 1961. The preparation and properties of two new chromogenic substrates of trypsin. Arch. Biochem. Biophys. 95:271-278.
- Ezquerro, J. M., García-Carreño, F. L., Civera, R. and Haard, N. F., 1997. pH-stat method to predict protein digestibility in white shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture (157): 249-260. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00058-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00058-6)
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 p.
- FAO, "Extruded Shrimp Feeds Improve Performance, So Why Are They Not More Popular?" (2022).
- Folch, J., M. Lees, G. H. Sloane-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226:497-509.
- Furukawa, H., H. Tsukahara. 1966. On the acid digestion method for the determination of chromium oxide as an index substance in the study of digestibility of fish fed. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 32:502-506.
- Galicia-González, A. Ernesto Goytortúa-Bores, Francisco J. Moyano-López, Lucía E. Cruz-Suárez, Denis Ricque-Marie, Elena Palacios and Roberto Civera-Cerecedo. 2010. Chemical Composition and Digestibility of Three Mexican Safflower Meals Used as Ingredients in Diets for Whiteleg Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society. V41, S2, 191 – 202. May 2010. DOI 10.1111/j.1749-7345.2010.00359.x
- Gatlin III, D. M., Barrows, F. T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T. G., Hardy, Ronald W.; Herman, Eliot; Hu, Gongshe; Krogdahl, Åshild; Nelson, Richard; Overturf, Kenneth; Rust, Michael; Sealy, Wendy; Skonberg, Denise; Souza, Edward J.; Stone, David; Wilson, Rich; and Wurtele, Eve. 2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. Aquaculture research, 38(6), 551-579.
- Glencross, B. D., M. Booth, G. L. Allan. 2007. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. Aquacult. Nutr. 13:17-34.
- González-Félix, Mayra Lizett Martin Perez-Velazquez, Ana Gloria Villalba-Villalba, Roberto Civera-Cerecedo, Josafat Marina Ezquerro, and Ernesto Goytortúa-Bores 2010. Tailoring a diet for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in Northwest Mexico. Journal of Marine Science and Technology, Vol. 18 (5) 674-681.
- González-Félix, M. L., Gatlin III, D. M., Lawrence, A. L., & Perez-Velazquez, M. 2002. Effect of various dietary lipid levels on quantitative essential fatty acid requirements of juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Journal of the World Aquaculture Society, 33(3), 330-340.
- Gracia-López, Vicente, Kiewek-Martínez, Margarita, Maldonado-García, Minerva, Monsalvo-Spencer, Pablo, Portillo-Clark, Guillermo, Civera-Cerecedo, Roberto, Linares-Aranda, Marcela, Robles-Mungaray, Miguel & Mazón-Suástegui, José Manuel. 2005. Larvae and juvenile production of the leopard grouper, *Mycteroperca rosacea* (Streets, 1877). Aquaculture Research 36 (1) 110-112. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01186.x>
- Guillaume, J., S. Kaushik, P. Bergot, R. Metailler. 2004. Nutrición y alimentación de peces y crustáceos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 454 pp.



- Hernández, C., A. González-Santos, M. Valverde-Romero, B. González-Rodríguez, P. Domínguez-Jiménez. 2016. Partial replacement of fishmeal with meat and bone meal and tuna byproducts meal in practical diets for juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 44:56-65.
- Hernández, C., R. W. Hardy, D. Contreras-Rojas, B. López-Molina, B. González-Rodríguez, P. Domínguez-Jiménez. 2014a. Evaluation of tuna by-product meal as a protein source in feeds for juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. *Aquacult. Nutr.* 20:574-582.
- Hertrampf, J. W., F. Piedad-Pascual. 2012. *Handbook on ingredients for aquaculture feeds*. Springer Science & Business Media.
- Hurtado, M.A., I.S. Racotta, R. Civera, L. Ibarra, M. Hernández-Rodríguez, and Palacios, E. 2007. Effect of hypo- and hypersaline conditions on osmolality and Na⁺/K⁺-ATPase activity in juvenile shrimp (*Litopenaeus vannamei*) fed low- and high-HUFA diets. *Comparative Biochemistry and Physiology (A)*. 147: 703-710. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.07.002>
- Izquierdo, M. S., J. Socorro, L. Arantzamendi, C. M. Hernández-Cruz. 2000. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. *Fish Physiol. Biochem.* 22:97-107.
- Ibarra-García, L.E., J.M. Mazón-Suástegui, C. Rosas, D. Tovar-Ramírez, G. Bárcenas-Pazos, R. Civera-Cerecedo, A.I. Campa-Córdova. 2018. Morphological and physiological changes of *Octopus bimaculoides*: From embryo to juvenile. *Aquaculture* 497 (2018) 364-372. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.07.069>
- Joseph, M. 2021. *Fish Feed Production: Pellet Mill vs. Extrusion*. North Carolina State Extension Publications. <https://content.ces.ncsu.edu/fish-feed-production-pellet-mill-vs-extrusion>.
- Kibenge, F.S.B., Strange, R.J., 2021. *Aquaculture Pharmacology*. Chapter 1 - Introduction to the anatomy and physiology of the major aquatic animal species in aquaculture, Eds: Frederick S.B. Kibenge, Bernardo Baldisserotto, Roger Sie-Maen Chong. Academic Press. 111 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821339-1.00001-5>
- Li, P., K. Mai, J. Trushenski, G. Wu, 2009. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Amino acids*. 37:43-53.
- Lazo, J. P. R. Mendoza, G. L. Holt, C. Aguilera, C. R. Arnold. 2007. Characterization of digestive enzymes during larval development of red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*. 265:194-205.
- Live Feeds in Marine Aquaculture. 2003. Eds. Josianne G. Støttrup PhD, Lesley A. McEvoy PhD. 318 p. DOI:10.1002/9780470995143
- Mario, A. 2021. *Aquafeed Advances in Processing & Formulation: Optimizing the Feed Production Process*. https://issuu.com/aquafeed.com/docs/aquafeed_vol_13_issue_1_2021.
- Mercier, Laurence, Ilie S. Racotta, Gloria Yepiz-Plascencia, Adriana Muhlia-Almazán, Roberto Civera, Marcos F. Quiñones-Arreola, Mathiew Wille, Patrick Sorgeloos and Elena Palacios. 2009. Effect of diets containing different levels of highly unsaturated fatty acids on physiological and immune responses in Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) exposed to handling stress. *Aquaculture Research*, 2009, 40, 1849-1863. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02291.x>
- Monge-Ortiz, R., A. Tomás-Vidal, D. Rodríguez-Barreto, S. Martínez-Llorens, J. A. Pérez, M. Jover-Cerdá, A. Lorenzo. 2018. Replacement of fish oil with vegetable oil blends in feeds for greater amberjack (*Seriola dumerili*) juveniles: Effect on growth performance, feed efficiency, tissue fatty acid composition and flesh nutritional value. *Aquacult. Nutr.* 24:605-615.
- Montoya-Martínez, C.E., Héctor Nolasco-Soria, Fernando Vega-Villasante, Olimpia Carrillo-Farnés, Alfonso Álvarez-González & Roberto Civera-Cerecedo. 2018. Attractability and palatability of ingredients in longarm river prawn *Macrobrachium tenellum* feed. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46(3): 615-620. doi: 10.3856/vol46-issue3-fulltext-17
- Montoya-Martínez, C.E., Héctor Nolasco-Soria, Fernando Vega-Villasante, Olimpia Carrillo-Farnés, Alfonso Álvarez-González & Roberto Civera-Cerecedo. 2018. In vitro protein digestibility of animal, vegetal and microbial feed ingredients for *Macrobrachium tenellum*. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46(3): 495-501. (F.I. 0.721). ISSN: 0718560X, eISSN: 0717-7178. DOI: 10.3856/vol46-issue3-fulltext-1
- Montoya-Martínez, C.E., Cristian D. Carrillo-Pérez, Héctor Nolasco-Soria, Alfonso Álvarez-González, Olimpia Carrillo-Farnés, Roberto Civera-Cerecedo & Fernando Vega-Villasante. 2018. Evaluation of different maze systems for the determination of feed attractability for longarm river prawn *Macrobrachium tenellum*. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46(3): 604-609. DOI: 10.3856/vol46-issue3-fulltext-15
- Moyano, F. J., M. Díaz, F. J. Alarcon, M. C. Sarasquete. 1996. Characterization of digestive enzyme activity during larval development of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Fish Physiol. Biochem.* 15:121-130.
- Moyano, F. J., Saenz de Rodriganez, M. A., Díaz, M., & Tacon, A. G. 2015. Application of *in vitro* digestibility methods in aquaculture: constraints and perspectives. *Reviews in Aquaculture*, 7(4), 223-242.



- Navarro, C., Roberto Civera, Olivia Arjona, Crisalejandra Rivera-Perez, Hugo Sergio García, Miguel Ángel Hurtado-Oliva & Elena Palacios. 2020. Stress response and lipid composition in shrimp *Litopenaeus vannamei* fed diets enriched with squid or scallop viscera meal. *Aquaculture Research* 51(4): 1602-1622. <https://doi.org/10.1111/are.14508>
- Nolasco, Héctor, Alberto del Monte Martínez, Patricia Hinojosa, Roberto Civera-Cerecedo y Fernando Vega Villasante. 2006. Digestibilidad *in vitro* de lípidos alimentarios para el camarón. pp 377-395. En: Editores: L. Elizabeth Cruz Suárez, Denis Ricque Marie, Mireya Tapia Salazar, Martha G. Nieto López, David A. Villarreal Cavazos, Ana C. Puello Cruz y Armando García Ortega. *Avances en Nutrición Acuícola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. 15-17 de noviembre de 2006. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México.
- NRC (National Research Council). 2011. *Nutrient Requirements of Fish*. Washington, DC: National Academy Press.
- Olsen, R. L., M. R. Hasan. 2012. A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends. Food Sci. Technol.* 27:120-128.
- Ortiz, M., Carlos Alfonso Álvarez-González, Roberto Civera-Cerecedo, Rafael Martínez-García, Susana Camarillo-Coop, Ernesto Goytortúa-Bores, Emyr Peña & Alfredo Pérez-Morales. 2018. Optimum level of dietary lipids for growth, chemical composition, and apparent digestibility of lipids for *Atractosteus tropicus*. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 46(5): 1073-1082. <https://doi.org/10.3856/vol46-issue5-fulltext-19>
- Obaldo, L. G., Divakaran, S., & Tacon, A. G. 2002. Method for determining the physical stability of shrimp feeds in water. *Aquaculture research*, 33(5), 369-377.
- Palacios, Elena, Araceli Bonilla, Angélica Pérez, Ilie S. Racotta, Roberto Civera. 2004. Influence of highly unsaturated fatty acids on the responses of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) postlarvae to low salinity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 299, 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2003.09.007>
- Papadakis, I. E. S. Chatzifotis, P. Divanach, M. Kentouri. 2007. Weaning of greater amberjack (*Seriola dumerilii* Risso 1810) juveniles from moist to dry pellet. *Aquacult. Int.* 16:13-25.
- Papandroulakis, N., C. C. Mylonas, E. Maingot, P. Divanach. 2005. First results of greater amberjack (*Seriola dumerili*) larval rearing in mesocosm. *Aquaculture*. 250:151-161.
- Pennells, J., Salini, M., Rombenso, A. Simon, C. and Ying, D. 2025. The State-of-the-Art of Aquafeed Extrusion: Mechanisms, Challenges and Opportunities. *Reviews in Aquaculture*. 36 p. <https://doi.org/10.1111/raq.70002>
- Pérez-Estrada, C.J., R. Civera-Cerecedo, A. Hernández-Llamas & E. Serviere-Zaragoza. 2011. Growth and biochemical composition of juvenile green abalone *Haliotis fulgens* fed re-hydrated macroalgae. *Aquaculture Nutrition* 17; e62-e69. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00733.x>
- Ponder, Winston Frank, Lindberg, David R. and Ponder, Juliet Mary. 2019. *Biology and Evolution of the Mollusca*, Volume 1. CRC Press. 924 p. <https://doi.org/10.1201/9781351115667>
- Radhakrishnan, S., I. E. Belal, C. Seenivasan, T. Muralisankar, P. S. Bhavan. 2016. Impact of fishmeal replacement with *Arthrospira platensis* on growth performance, body composition and digestive enzyme activities of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquacult. Rep.* 3:35-44.
- Reyes-Becerril, Daniel Tovar-Ramírez, Felipe Ascencio-Valle, Roberto Civera-Cerecedo, Vicente Gracia-López, Valérie Barbosa-Solomieu. 2010. Effects of dietary supplementation with probiotic live yeast *Debaryomyces hansenii* on the immune and antioxidant systems of leopard grouper *Mycteroperca rosacea* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Research*. Vol 42, 1676-1686. 1-11 DOI:10.1111/j.1365-2109.2010.02762.x
- Rivas-Vega, Martha Elisa, Ofelia Rouzaud-Sandez, María Guadalupe Salazar-García, Josafat Marina Ezquerro-Brauer, Ernesto Goytortúa-Bores & Roberto Civera-Cerecedo. 2009. Physicochemical properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) meals and their apparent digestibility in white shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone). *Hidrobiológica*. 19(1): 15-23. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972009000100003
- Rønnestad, I., M. Yúfera, B. Ueberschär, L. Ribeiro, Ø. Sæle, C. Boglione. 2013. Feeding behaviour and digestive physiology in larval fish: current knowledge, and gaps and bottlenecks in research. *Rev. Aquac.* 5:S59-S98.
- Roo, J., H. Fernández-Palacios, C. M. Hernández-Cruz, A. Mesa-Rodríguez, D. Schuchardt. 2012. First results of spawning and larval rearing of longfin yellowtail *Seriola rivoliana* as a fast-growing candidate for European marine finfish aquaculture diversification. *Aquacult. Res.* 45:689-700.
- Rust, M. B. 2002. *Nutritional Physiology*. En: J. E. Halver y R. W. Hardy (eds.). *Fish nutrition*. Tercera edición. Academic press. San Diego, CA, USA. 143-179.
- Sargent, J. R., D. R. Tocher, J. G. Bell. 2002. The lipids. In: *Fish Nutrition*. Third edition, Halver, J. E. and Hardy, R.W. (eds). San Diego:Academic Press. pp 181-257



- Satoh, K. I., K. Kimoto, E. Hitaka. 2004. Effect of water temperature on the protein digestibility of extruded pellet, single moist pellet and oregon moist pellet. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 70:758–763.
- SCAHAW (Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare). 2003. The use of fish byproducts in aquaculture. Report of the Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare European Commission Health & Consumer Protection Direction.
- Shimeno, S., H. Hosokawa, M. Takeda. 1979. The importance of carbohydrate in the diet of a carnivorous fish. Hamburg, Berlin: Proceedings of the World Symposium on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology. pp. 127–143.
- Smith, D. M., S. J. Tabrett. 2004. Accurate measurement of in vivo digestibility of shrimp feeds. *Aquaculture*. 232:563–580.
- Smith, L. L., P. G. Lee, A. L. Lawrence, K. Strawn. 1985. Growth and digestibility by three sizes of *Penaeus vannamei* Boone: effects of dietary protein source. *Aquaculture*. 46:85–96.
- Tacon, A. G. J., D. M. Akiyama. 1997. Feed ingredients. *Crustacean Nutrition*. 6:411–472
- Tacon, A. G. J., M. Metian. 2009. Fishing for feed or fishing for food increasing global competition for small pelagic forage fish. *Ambio*. 38:294–302.
- Tacon, A. G. J., M. R. Hasan, R. P. Subasinghe. 2006. Use of fishery resources as feed inputs for aquaculture development: Trends and policy implications. FAO Fisheries Circular No. 1018. Rome Italy: FAO. p. 99.
- Tacon, A.G. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO ed., Roma, Italia, pp 288–300.
- Tacon, A.G.J., A.J. Jackson. 1985. Utilization of conventional and unconventional proteins source in practical fish feeds. Nutrition and feeding in fish. Academic Press. London. pp 119–145p.
- Terrazas-Fierro Martín, Roberto Civera-Cerecedo, Lilia Ibarra-Martínez, Ernesto Goytortúa-Bores, Margarita Herrera-Andrade and Armando Reyes-Becerra. 2010. Apparent digestibility of dry matter, protein, and essential amino acid in marine feedstuffs for juvenile whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 308 (2010) 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.08.021>
- Terrazas Martín, Roberto Civera, Lilia Ibarra y Ernesto Goytortúa. 2010. Coeficientes de utilización digestiva aparente de materia seca, proteína y aminoácidos esenciales de ingredientes terrestres para el camarón del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae). *International Journal of Tropical Biology*. Vol. 58 (4): 1561–1576. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000400039
- The Mollusca. 1983. Vol 5 Part 2. Ed. AS; Saleuddin and Karl M. Wilbur. Academic Press. 487 p.
- Toyes-Vargas, E., A. M. Calderón-de la Barca, Y. Duran-Encinas, E. Palacios, R. Civera-Cerecedo. 2017. Marine co-product meals as a substitute of fishmeal in diets for white shrimp *Litopenaeus vannamei* improve growth, feed intake and muscle HUFA composition. *Aquacult. Res*. 48:3782–3800.
- Toyes-Vargas, E., Robles-Romo, A., Méndez, L., Palacios, E. and Civera, R. 2016. Changes in fatty acids, sterols, pigments, lipid classes, and heavy metals of cooked or dried meals, compared to fresh marine by-products. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 221, 195–205. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.09.004>
- Toyes-Vargas, E., A. Robles-Romo, L. Méndez, E. Palacios, R. Civera. 2016. Changes in fatty acids, sterols, pigments, lipid classes, and heavy metals of cooked or dried meals, compared to fresh marine by-products. *Anim. Feed Sci. Technol.* 221:195–205.
- Turchini, G. M., B. E. Torstensen, W. K. Ng. 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. *Rev. Aquac.* 1:10–57.
- Ullman, C., Rhodes, M.A. and Allen D.A. 2019. Feed management and the use of automatic feeders in the pond production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, Volume 498, pp. 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.08.040>.
- Van der Meeren, T., R. E. Olsen, K. Hamre, H. J. Fyhn. 2008. Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture*. 274:375–397.
- Vega-Villasante, F., H. Nolasco and R. Civera. 1993. The digestive enzymes of the Pacific brown shrimp *Penaeus californiensis*. I.- Properties of amylase activity in the digestive tract. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Vol 106B, No.3, pp. 547–550. (F.I. 1.195). [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(95\)00039-B](https://doi.org/10.1016/0305-0491(95)00039-B).
- Vega-Villasante, F., H. Nolasco and R. Civera. 1995. The digestive enzymes of the Pacific brown shrimp *Penaeus californiensis*. II.- Properties of protease activity in the digestive tract. *Comparative Biochemistry and Physiology*. Vol. 112B, No.1, pp. 123–129. (F.I. 1.195). [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(95\)00039-B](https://doi.org/10.1016/0305-0491(95)00039-B).



Villarreal, H., R. Civera-Cerecedo, A. Hernández-Llamas. 2006. Effect of partial and total replacement of fish, shrimp head, and soybean meals with red crab meal *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) on growth of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquacult. Res.* 37:293-298.

Wan, J., Xi, Q., Tang, et al., 2022. Effects of Pelleted and Extruded Feed on Growth Performance, Intestinal Histology and Microbiota of Juvenile Red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*). *Animals* 12, no. 17: 2252.

Wilson, R. P. 1994. Utilization of dietary carbohydrate by fish. *Aquaculture*. 124:67–80. Wuenschel, M. J., R. G. Werner. 2004. Consumption and gut evacuation rate of laboratory-reared spotted seatrout (*Sciaenidae*) larvae and juveniles. *J. Fish Biol.* 65:723–743.

Yamamoto T., K. Teruya, T. Hara, H. Hokazono, H. Hashimoto, N. Suzuki, Y. Iwashita, H. Matsunari, H. Fugueta, K. Mushiake. 2008. Nutritional evaluation of live food organisms and commercial dry feeds used for seed production of amberjack *Seriola dumerili*. *Fish. Sci.* 74:1096–1108.

III. PROCEDIMIENTO O INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

PROCEDIMIENTO

Los temas serán impartidos con la ayuda de presentaciones en PowerPoint y videos. La materia exige gran dedicación de tiempo a la lectura, síntesis y discusión de bibliografía. Diversos temas serán preparados por los estudiantes para presentarlos como seminarios, mismos que serán discutidos con la supervisión de los profesores (al menos un seminario por alumno durante el curso).

Se realizarán varias prácticas en laboratorio y la Planta de alimentos experimentales del CIBNOR.

Se entregarán a los alumnos la guía para la preparación de los seminarios, así como las instrucciones de seguridad a acatar para la realización de las prácticas de laboratorio.

EVALUACIÓN

Asistencia: 80% mínimo para tener derecho a calificación final.

Exámenes (2 parciales): 2.5 puntos cada uno.

Seminario: 2.0 puntos (escrito 1 punto; oral 1 punto)

Participación en clase: 0.5 puntos

Prácticas de laboratorio: 2.5 puntos

TOTAL 10 Puntos

Calificación mínima aprobatoria 8.0

